

Néhány kristályos vegyület telített oldatának egyensúlyi relatív páratartalma

CSONTOS ÉVA

Konzerv-, Hús- és Hűtőipari Kutató Intézet, Budapest

Az egyensúlyi relatív páratartalom (ERP) ismerete a mezőgazdaság és az ipar számos ágában igen fontos (talajtan, élelmiszeripar, könnyűipar, építőipar, tárolás, szállítás stb.).

Mérésére sok módszert dolgoztak már ki. Ezek különböző elvek alapján működnek. A gőznyomás mérésén alapul Dalton (Fischer és Rebmann [4]), Frowein [5], Schottky [11], Smith és Menzies [12], valamint Vincent és Bristol [16] módszere. A harmatpontot mérik Leroy és Daniell ismert módszerével. Az anyagok elektromos vezetőképességének változása is alkalmas az ERP mérésére (Dunmore [3] és Hanousek [6]). Alkalmasak még a kristály-elfolyósodás módszere és a súlyváltozáson alapuló módszerek is (Pouncy és Summers [8], Vas és Proszt [15]).

A felsorolt módszerek közül gyorsaságával és egyszerűségével a kristály-elfolyósodás módszere tűnt ki. Alapcélkitűzés volt a módszer alkalmazási lehetőségének megnövelése és pontosságának fokozása. A módszer a kristályoknak azt a tulajdonságát alkalmazza, hogy azok elfolyósodnak akkor, ha olyan térbe kerülnek, ahol az ERP a kristályos anyag telített, vizes oldata felett rendesen kialakuló egyensúlyi relatív páratartalomnál nagyobb. Ha a két ERP azonos, a kristály felületén csak megnedvesedik, ha pedig kisebb, a kristály nem szenved változást.

Problémát jelentett a módszer alkalmazásánál, hogy az irodalmi adatok alapján összeállított kristály-elfolyósodási sor, tehát az elengedhetetlenül szükséges standard értékek sora sok helyen hézagos volt, ami a módszer pontatlanságát vonja maga után (Vas és Csontos [14]).

Jelen munkámban a vizsgálatokhoz szükséges kristályos anyagok sorát igyekeztem bővíteni azzal, hogy több olyan anyagnak állapítottam meg az egyensúlyi relatív páratartalmát, melyekre nézve megbízható irodalmi adat eddig még nem volt.

Vizsgálatok a kristály-elfolyósodás módszerével

A kristályos anyagoknál nem ismerünk olyan összefüggést, mely előre megadná, hogy mely vegyületek milyen ERP-intervallumban találhatók. Ezt kísérletileg kell megállapítani. A tájékozódó méréseket a kristály-elfolyósodási módszerrel végeztem.

A vizsgált vegyületek közt szervesek és szervetlenek egyaránt találhatók. Természetesen elsősorban azoknak a vegyületeknek határoztam meg ERP-át, melyek sok laboratóriumban megtalálhatók ill. könnyen beszerezhetők.

A 25 °C-on mért adatokat az 1. táblázat tartalmazza. Ebben betűrendes sorrendben találhatók a különféle anyagok a megfelelő ERP-mal együtt. Mivel gyakran előfordult, hogy nem volt olyan kristályos vegyület (a standard kristályok között), mely éppen megnedvesedett, tehát amelynek ERP-a egyenlő a kérdéses anyag ERP-ával, a táblázatban feltüntettem a két szélső értéket, az utolsó elfolyósodott és az első nem nedvesedett vegyület nevét és ERP-át is. A vizsgált anyag ERP-a vagy az éppen megnedvesedett kristály ERP-a, vagy interpolálással nyert

1. táblázat

Különböző vegyületek telített oldatának egyensúlyi relatív páratartalma (%) 25 °C-on, a kristály-elfolyósodás módszerrel meghatározva

(1) Név	(2) Elfolyósodott		(3) Még nedvesedett			(4) Nem nedvesedett		(5) ERP (%)
	(6) Név	(7) ERP (%)	(8) Szerző	(9) Név	(7) ERP (%)	(10) Név	(8) Szerző	
I-alanin	K_2CrO_4	86,5	W.	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	90,2	$K_2Cr_2O_7$	S.	90,2
Almasav	NH_4Cl	76,0	A.	—	—	K_2CrO_4	W.	ké. 81,3
Alumíniumklorid	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	53,5	W.	—	—	$CuCl_2^*$	P.	* ké. 60,4
« nitrát	KNa -tartarát	88,3	Cs.	—	—	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	S.	ké. 89,3
« szulfát	$ZnSO_4$	87,9	Cs.	$NH_4H_2PO_4$	91,9	KNO_3	A.	ké. 91,9
Ammoniumacetát	$NaBr \cdot 2H_2O$	57,7	S.	—	—	KJ^*	P.	ké. 63,3
« jodid	$CuCl_2^*$	67,2	P.	NH_4Cl	76,0	K-tartarát*	—	ké. 70,3
« klorid	$NaCl$	75,5	A.	—	—	KCl	S.	ké. 76,0
« magnéziumfoszfát	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	98,8	Cs.	—	—	—	—	> ké. 98,8
« rodanid	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	53,5	W.	—	—	$NaBr \cdot 2H_2O$	S.	ké. 55,6
« szulfát	NH_4Cl	76,0	A. g	$(NH_4)_2SO_4$	81,8	KCl	S.	81,8
I-arginin	$K_2Cr_2O_7$	98,0	S.	—	—	—	—	> ké. 98,0
I-aszkorbinsav	KH_2PO_4	95,4	A.	—	—	$K_2Cr_2O_7$	S.	ké. 96,7
I-aszparagin	KH_2PO_4	95,4	A.	—	—	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	Cs.	ké. 97,1
Báriumacetát	K_2CrO_4	86,5	W.	—	—	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	S.	ké. 88,4
« klorid ($2H_2O$)	$ZnSO_4$	87,9	P.	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	90,2	$NH_4H_2PO_4$	A.	ké. 90,2
Borkósav	K-tartarát*	73,4	Cs.	$ZnSO_4$	87,9	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	Cs.	ké. 74,9
Cinkszulfát	K_2CrO_4	86,5	W.	—	—	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	S.	ké. 87,9
Citromsav	K-Na-tartarát	88,3	Cs.	—	—	$K_2Cr_2O_7$	S.	ké. 93,2
Ezüstnitrát	NaCl	75,5	A.	—	—	K_2CrO_4	W.	ké. 81,0
Feriklorid	$K_2CO_3 \cdot 2H_2O$	42,8	S.	—	—	KSCN	—	ké. 44,3
Fruktóz	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	53,5	W.	$NaBr \cdot 2H_2O$	57,7	$NaNO_3$	S.	57,7
d-galaktoz	KH_2PO_4	95,4	A.	—	—	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	Cs.	ké. 97,1
Hidrozinsulfát	$K_2Cr_2O_7$	98,0	S.	—	—	—	—	> ké. 98,0
Hidroxiáminhidroklorid	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	53,5	W.	—	—	NaCl	A.	ké. 67,2
Invertukor	K-Na-tartarát	88,3	Cs.	$CuCl_2^*$	67,2	KNO_3	A.	ké. 90,2
Kadmiumacetát	K_2CrO_4	86,5	W.	K-Na-tartarát	88,3	$K_2Cr_2O_7$	S.	ké. 88,3
Kálium-alumíniumszulfát ($12H_2O$)	$K_2Cr_2O_7$	98,0	S.	—	—	—	—	> ké. 98,0
« biftalát	K_2CrO_4	98,0	S.	—	—	—	—	> ké. 98,0
« ferriacid	KH_2PO_4	95,4	A.	—	—	$K_2Cr_2O_7$	S.	ké. 96,7
« ferrocianid	KNO_3	92,0	A.	—	—	$K_2Cr_2O_7$	S.	ké. 95,0

Kálium-foszfát (di)«	NaCl	75,5	A.	—	—	—	—	—	86,5	W.	ké.	81,0
« hidrofoszfát	CuCl ₂ *	67,2	P.	—	—	—	—	—	75,5	A.	ké.	71,4
« hidrokarbonát	KH ₂ PO ₄	95,4	A.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	96,7
« hipofosfit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
« jodid	CuCl ₂ *	67,2	P.	—	—	—	—	—	73,4	P.	—	22,5
« karbonát (2H ₂ O)	K-acetát	22,5	S.	—	—	—	—	—	42,8	W.	—	68,8
« nátriumtartarát	K ₂ CO ₃ ·2H ₂ O	42,8	Cs.	—	—	—	—	—	45,7	—	—	42,8
« szulfát	—	—	—	—	—	—	—	—	90,2	S.	ké.	89,1
Kupriszulfát (5H ₂ O)	K-acetát	87,9	A.	—	—	—	—	—	98,8	Cs.	ké.	97,1
Laktóz	ZnSO ₄	95,4	A.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	96,7
Magnéziumszulfát	KH ₂ PO ₄	98,0	S.	—	—	—	—	—	98,6	Cs.	ké.	98,3
Maltóz	K ₂ Cr ₂ O ₇	92,0	A.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	95,0
Nátriumacetát (3H ₂ O)	KNO ₃	91,9	A.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	95,0
« benzoát	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	92,0	A.	—	—	—	—	—	75,5	A.	ké.	73,8
« citrát	K ₂ Cr ₂ O ₇	76,3	Cs.	—	—	—	—	—	90,2	S.	ké.	88,4
« citrát	K-Na-tartarát	86,5	W.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	93,2
« foszfát (12H ₂ O)	K ₂ CO ₃ ·2H ₂ O	42,8	Cs.	—	—	—	—	—	68,8	P.	—	57,7
« hidrofoszfát (12H ₂ O)	K ₂ Cr ₂ O ₇	86,5	W.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	92,3
« dihidrofoszfát (H ₂ O)	KH ₂ PO ₄	53,5	A.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	96,7
« hidrokarbonát	Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O	95,4	W.	—	—	—	—	—	57,7	S.	ké.	55,6
« klorid	KH ₂ PO ₄	95,4	A.	—	—	—	—	—	—	—	—	95,4
« oxalát	K ₂ Cr ₂ O ₇	86,5	W.	—	—	—	—	—	98,0	S.	—	95,4
« perborát	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	76,3	Cs.	—	—	—	—	—	76,0	A.	—	95,4
« szalicilát	KH ₂ PO ₄	95,4	S.	—	—	—	—	—	—	—	—	95,4
« szulfát (10H ₂ O)	NH ₄ Cl	98,0	A.	—	—	—	—	—	—	—	—	95,4
Ólomacetát	KH ₂ PO ₄	76,0	A.	—	—	—	—	—	86,5	W.	ké.	81,3
Oxálsav	K-Na-tartarát	88,3	Cs.	—	—	—	—	—	98,8	Cs.	ké.	97,1
Szaharóz	KH ₂ PO ₄	95,4	A.	—	—	—	—	—	98,0	S.	—	95,4
I-szorbóz	NH ₄ Cl	76,0	A.	—	—	—	—	—	—	—	—	95,4
Szulfanilsav	KH ₂ PO ₄	95,4	A.	—	—	—	—	—	86,5	W.	ké.	81,3
Vasammóniumsulfát	KH ₂ PO ₄	95,4	A.	—	—	—	—	—	—	—	—	95,4
Xilóz	KNO ₃	92,0	A.	—	—	—	—	—	96,0	Cs.	ké.	94,0
	(NH ₄) ₂ SO ₄	81,8	A.	—	—	—	—	—	98,0	S.	ké.	84,3
	KCl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Megjegyzés: * Csak 23 C°-on mért adat állt rendelkezésre.

Jelzések: A. = Adams & Merz [1] Cs. = saját adat P. = Pouncey & Summers [8]
S. = Stokes & Robinson [13] W. = Wink & Sears [17]

érték. Ez esetben a ké. (középtérték) jel van előtte. Mivel a kristály-elfolyósodási sor hiányos volt, több esetben előfordult a magasabb értékeknél, hogy ezzel a módszerrel csak azt tudtam megállapítani, hogy a vizsgált anyag ERP-a egy bizonyos értéknél nagyobb, mert nem akadt olyan vegyület, mely változást nem szenvedett.

Például a következő eseteket említem meg:

a) az alumíniumszulfát telített oldata fölött elfolyósodott a ZnSO_4 (87,9%), megnedvesedett az $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (91,9%) és nem nedvesedett a KNO_3 (92,0%). Az alumíniumszulfát ERP-a tehát az ammóniumdihidrofoszfátéval egyező (91,9%),

b) a bariumacetát esetében elfolyósodott a K_2CrO_4 (86,5%) és nem nedvesedett a $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (90,2%). Interpolálással a bariumacetát ERP-a 88,4%,

c) az ammóniummagnéziumfoszfát esetében elfolyósodott a $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ (98,8%) is. Mivel a sor ennél nagyobb értéket képviselő kristályos anyagot nem tartalmazott, csak azt lehet mondani ezen módszer alapján, hogy ERP-a 98,8%-nál nagyobb.

A táblázatból látható, hogy ERP-tartományonként felbontva az anyagot, 20–30% ERP közötti sávban vizsgálatra került a káliumhipofoszfát, azaz 1 vegyület; 40–50% között a ferriklorid (és káliumkarbonát) azaz 1 új vegyület; 50–60% között találjuk az ammóniumrodanidot (fruktózt), nátriumformiátot, nátriumdihidrofoszfátot, vagyis 3 új vegyületet; 60–70% között az alumíniumkloridot, ammóniumacetátot és hidrazinhidrokloridot, összesen 3 új vegyületet; 80–90% között volt a káliumfoszfát, (ammóniumszulfát) ezüstnitrát, szaharóz, almasav, nátriumszalicilát, xilóz, báriumacetát, nátriumbenzoát, vagyis 8 új vegyület; végül 90 és 100% között az alábbi vegyületek vannak: kadmiumacetát, d-galaktóz, ammóniummagnéziumfoszfát, nátriumszulfát, (káliumszulfát), oxálsav, nátriumoxalát, hidrazinszulfát, l-arginin, káliumalumíniumszulfát, káliumbiftalát, szulfanilsav, citromsav, nátriumcitrát, olomacetát, l-aszparagin, nátriumperborát, laktóz, l-aszkorbinsav, l-szorbóz, l-alanin, káliumnátriumtartarát, maltóz, (báriumklorid), (cinkszulfát), alumíniumszulfát, nátriumkarbonát, nátriumhidrokarbonát, káliumhidrokarbonát, magnéziumszulfát, d-mannit, káliumferrocianid, káliumferricianid, nátriumfoszfát, rézszulfát és dinátriumhidrofoszfát, Mohr-só, azaz 34 vegyület. (Azokat a vizsgált anyagokat, melyekre nézve irodalmi adat már rendelkezésemre állt, zárójelbe tettem a felsorolásnál.)

Látható, hogy a vegyületek nagy többségének egyensúlyi relatív páratartalma 50%-nál nagyobb és különösen sok, a vizsgált vegyületek több, mint fele 90 és 100% közé esik. Ez azért fontos, mert a gyakorlati életben leggyakrabban elsősorban a magas páratartalom értékeket kell ismernünk.

Az 1. táblázat igen jó tájékozódást nyújt különböző vegyületek egyensúlyi relatív páratartalmára nézve. Ez tehát főleg tájékozódó jellegű feleletet ad arra a kérdésre, mely vegyületek azok, melyek egyensúlyi relatív páratartalma a hiányos részeket betöltheti. Ezeket érdemes azután finomabb módszerekkel megvizsgálni.

Vizsgálatok az izopiesztikus módszerrel

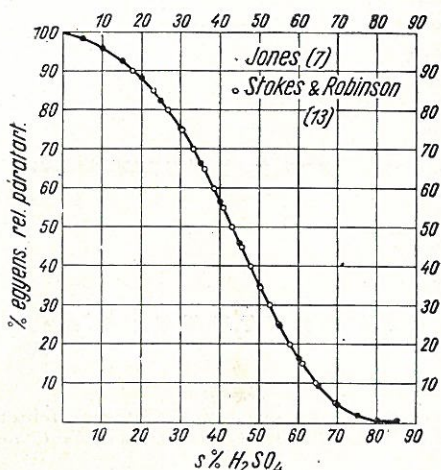
Kísérleteim második részében néhány olyan anyagot, melyek egyensúlyi relatív páratartalma bízthatónak ígérkezett, az izopiesztikus módszerrel vizsgáltam meg.

Ez a módszer [14] azon a tényen alapul, hogy növekedés ill. csökkenés észlelhető a vizsgálandó anyag súlyában akkor, ha azt saját gőznyomásánál nagyobb, ill. kisebb gőznyomású térben helyezik el (Bousfield [2], Robinson és Sinclair [9], Scatchard, Hamer és Wood [10]).

A vizsgálandó vegyület telített oldatából relatív igen nagy mennyiséget véve, 2 vagy 3 különböző töménységű kénsavoldat kis adagját kell közös, evakuált

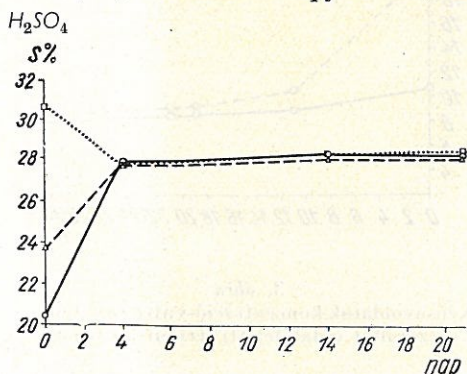
termosztátban tartott exsikkátorba helyezni. A kénsavminták végülis azonos, a telített oldatával egyenlő gőztenzió értékű töménységre állnak be vízfelvétel vagy -leadás révén. Ez a minták súlyváltozásával nyomon követhető. A kénsavoldatok megváltozott súlyából és töménységéből ki lehet számítani a relatív páratartalmat.

A kénsavoldatok koncentrációja és relatív páratartalma közötti összefüggés az 1. ábrából olvasható le. Az ábra Jones [7] és Stokes és Robinson [13] értékei alapján készült.



1. ábra

Kénsavoldatok koncentrációja és egyensúlyi relatív páratartalma közti összefüggés 25 °C-on irodalmi értékek alapján.



2. ábra

Kénsavoldatok koncentráció-változása telített borkósav oldat feletti térben 25 °C-on.

Az izopiesztikus módszerrel a 2. táblázatban látható vegyületek telített oldatainak meghatároztam az egyensúlyi relatív páratartalmát 25 °C-on.

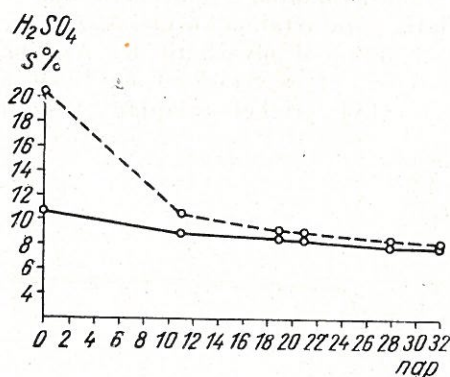
A 2. táblázatban az ERP értékeket a kénsavoldatok eredeti és megváltozott súlya és koncentrációja alapján számítottam ki. A mérés végén az eredetileg külön-

2. táblázat

Néhány vegyület telített oldatának egyensúlyi relatív páratartalma izopiesztikus módszerrel meghatározva 25 °C-on

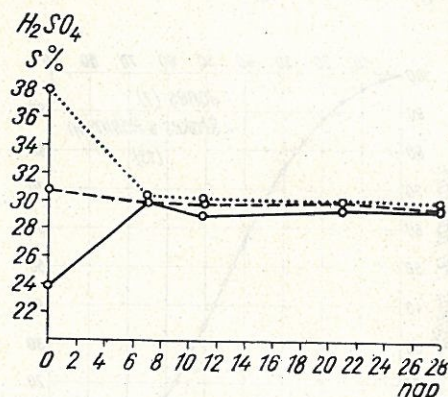
(1) Sor- szám	(2) N é v	(3) ERP (%)	(4) Végző kénsav koncentráció (s %)		
1.	Borkósav	75,4	28,57	28,43	28,64
2.	Nátriumklorid	75,7	29,38	29,60	29,98
3.	Nátriumtiosulfát	76,3	29,27	29,33	—
4.	Szaharóz	85,4	22,45	22,48	—
5.	Cinkszulfát	87,9	20,30	20,27	19,99
6.	Kálium-nátriumtartarát ...	88,3	19,54	19,46	—
7.	Káliumferrocianid	96,0	9,16	9,29	—
8.	Oxálsav	97,0	7,92	7,18	—
9.	Rézsulfát	97,0	7,19	7,77	—
10.	Hidrazinsulfát	98,6	4,74	3,99	—
11.	Nátriumoxalát	98,7	3,44	4,49	—
12.	Kálium-alumíniumszulfát ..	98,8	3,41	4,02	—
13.	1-szorbóz	99,4	1,66	1,85	1,68
14.	Magnézium-ammonium- foszfát	99,5	1,76	1,42	—

bőző töménységű kénsavoldatok végső koncentrációi (súly %-ban kifejezve) a vegyületek mellett megtalálhatók. A borítósav, nátriumklorid, cinkszulfát és l-szorbóz vizsgálatánál 3, a többi anyagnál 2 különböző töménységű kénsavoldatot használtam.



3. ábra

Kénsavoldatok koncentráció-változása telített rézszulfát oldat feletti térben 25 °C-on.



4. ábra

Kénsavoldatok koncentráció-változása telített nátriumklorid oldat feletti térben 25 °C-on.

A fenti vegyületeknél a kénsavoldatok töménységének időbeli változására példaként a 2–4. ábrák álljanak.

Ezek a meghatározások csak az első lépést jelentették. A további feladatok ezen a téren: még több kristályos vegyület egyensúlyi relatív páratartalmának meghatározása előbb a kristályelfolyósodási, aztán az izopiesztikus módszerrel, különös tekintettel a kristály-elfolyósodási sor hézagossabb helyeire.

Összefoglalás

Vizsgálataimmal a kristály-elfolyósodási módszer alkalmazhatóságát és pontosságát akartam növelni. Ez a módszer ugyanis igen alkalmas sorozatvizsgálatokra, ami kutatási, üzemi, ipari vonatkozásban egyaránt nagy előny. A pontosságot növelni kell azért, mert a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján összeállított standard értékek hiányosak, ezért a segítségükkel megállapított ERP értékek nem eléggé határozottak. E célból 65 vegyületet vizsgáltam meg a kristály-elfolyósodási módszerrel. A mérések ellenőrzése és pontosabb kivitelezése érdekében a lassú, de pontos izopiesztikus módszerrel is meghatároztam néhány vegyület ERP-át. Így a standard értékeket kiegészítettem és ezzel a kristály-skálát alkalmasabbá tettem az egyensúlyi relatív páratartalom meghatározására.

Érkezett: 1956. október 8.

Irodalom

- [1] Adams, J. R. & Merz, A. R.: Ind. Eng. Chem., 21. 305. 1929.
- [2] Bousfield, W. R.: Trans. Farad. Soc. 13. 401. 1918.
- [3] Dunmore, F. W.: J. Res. Natl. Bur. Standards, 23. 701— ref.: Yee, I. Y.: 1944. Ind. Eng. Chem., Anal., Ed., 16. 367. 1939.
- [4] Fischer, H. & Rebmann, C.: in Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abteilung, III., Teil A, 2. Hälfte. S. 2551. 1931.

- [5] Frowein: Zs. physik. Chem., 1. 1. 1887.
- [6] Hanousek, J.: Průmysl Potravin, 7. 61. 1956.
- [7] Jones, F. R.: J. Appl. Chem. 1. S 144. 1951.
- [8] Pouncy, A. E. & Summers, B. C. L.: J. Soc. Chem. Ind. 58. 162. 1939.
- [9] Robinson, R. A. & Sinclair, D. A.: J. Am. Chem. Soc. 56. 1830. 1934.
- [10] Scatchard, G., Hamer, W. J. & Wood, S. E.: J. Am. Chem. Soc. 60. 3061. 1938.
- [11] Schottky: Zs. physik. Chem., 64. 434. 1908.
- [12] Smith & Menzies: Zs. physik. Chem., 75. 500. 1910.
- [13] Stokes, R. H. & Robinson, R. A.: Ind. Eng. Chem. 41. 2013. 1949.
- [14] Väs, K. & Csontos, E.: Agrokémia és Talajtan. 5. 411. 1956.
- [15] Väs, K. & Proszt, G.: Élelmészeti Ipar, 9. 6. 1955.
- [16] Vincent, J. F. & Bristol, K. E.: Ind. Eng. Chem., An. Ed., 17. 465. 1945.
- [17] Wink, W. A. & Sears, G. R.: Tappi, 33. Sept., 96. 1950.

РАВНОВЕСНОЕ РЕЛАТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПАРА В НАСЫЩЕННЫХ РАСТВОРАХ НЕКОТОРЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Е. Чонтош

Научно-Исследовательский Институт консервно-мясной промышленности Будапешт, (Венгрия).

Резюме

В ходе исследований я хотела увеличить точность и возможность использования метода расплывания кристаллов, т. к. этот метод пригоден при серийных анализах, что является большим преимуществом с точки зрения научных исследований и промышленности.

Необходимо увеличить точность метода, т. к. стандартные показатели, составленные из имеющихся литературных данных не полные, поэтому величина равновесного релативного давления пара вычисленная с их помощью не совсем точная. С этой целью я изучала при помощи метода расплывания кристаллов 65 соединений [17]. Результаты исследования суммированы в таблице № 1. Для контроля и более точного осуществления измерений я определила равновесное релативное давление пара некоторых соединений при помощи изопиестического метода, который является более медленным, но более точным [17]. Эти данные обозначены в таблице № 2. и рисунках 2—4.

Эти определения составляют только первый шаг. Дальнейшей задачей в этой области является определение равновесного релативного давления пара ещё нескольких кристаллических соединений сначала при помощи метода расплывания кристаллов, а потом изопиестическим методом. В ходе многих исследований я дополнила стандартные показатели и таким образом шкала кристаллов стала более приемлимой для определения равновесного релативного давления пара.

Таблица 1. Релативное равновесное давление пара насыщенных растворов различных соединений при 25°C определенное методом расплывания кристаллов. (1) Название изучаемого соединения (2) расплавленные кристаллы (3) увлажненные кристаллы (4) неувлажненные кристаллы (5) релативное равновесное давление пара в %. Знак *ke* обозначает интерполярную величину релативного равновесного давления пара расплавленных и неувлажненных кристаллов (6) Формула расплавленных кристаллов (7) Релативное равновесное давление пара кристаллов (8) Инициал фамилий авторов (легенду смотри ниже таблицы) (9) Формула увлажненных кристаллов (10) Формула неувлажненных кристаллов.

Таблица 2. Релативное равновесное давление пара насыщенных растворов некоторых соединений, определенное изопиестическим методом при 25°C. (1) Очередной номер (2) обозначение изученных соединений (3) Релативное равновесное давление пара в % (4) Конечная концентрация серной кислоты, установившаяся над насыщенными растворами в % от веса.

Рис. 1. Соотношение между концентрацией растворов серной кислоты и релативным равновесным давлением пара при 25°C на основании литературных данных. На ординате: Релативное равновесное давление пара в %. На абсциссе: Концентрация серной кислоты.

Рис. 2. Изменение концентрации серной кислоты над насыщенным раствором винной кислоты при 25°C. На ординате: Концентрация серной кислоты в % от веса. На абсциссе: Продолжительность наблюдения в днях.

Рис. 3. Изменение концентрации серной кислоты над насыщенным раствором медного купороса при 25°C. На ординате: Концентрация серной кислоты в % от веса. На абсциссе: Продолжительность наблюдения в днях.

Рис. 4. Изменение концентрации серной кислоты над насыщенным раствором хлористого натрия при 25°C. На ординате: Концентрация серной кислоты в % от веса. На абсциссе: Продолжительность наблюдения в днях.

Equilibrium Relative Humidity of Saturated Solutions of Some Crystalline Compounds

É. CSONTOS

Institut for Research in Canning, Meat Packing and Refrigeration
Budapest (Hungary)

Summary

The aim of the investigations was to increase the applicability and exactness of the method based on the liquefaction of crystals. The method is highly adapted to investigations of great series. This offers a great advantage both in research work and industry.

An increase of exactness is required since the standard values compiled from literary data are fairly scanty and, thus, the values of equilibrium relative humidity determined on this basis are not sufficiently precise. Therefore 65 compounds were subjected to direct investigations using the crystal-liquefaction method [17]. The results obtained are presented in Table 1.

In order to control the results and to increase the exactness the equilibrium relative humidity of some compounds was determined simultaneously by the laborious but highly exact isopiestic method [17]. The relating data may be seen in Table 2 and Fig. 2 to 4.

The results of the experiments reported in this paper may be regarded as preliminary. A problem awaiting further solution is the determination of equilibrium relative humidity values of a number of different crystalline substances using both methods mentioned above.

The experiments presented in this report delivered data to fill the gap in the series of standard values and have made the crystal-scale more adequate for the determination of equilibrium relative humidity.

Table 1. Equilibrium relative humidity of saturated solutions of various compounds at 25° C determined by using the crystal liquefaction method.

(1) name of the investigated compound (2) the crystals liquefied (3) wet crystals (4) dry crystals (5) equilibrium relative humidity (ERH) in per cent. „k_e” means an interpolated value derived from the equilibrium relative humidity of liquefied and dry crystals. (6) chemical formula of the liquefied crystals, (7) equilibrium relative humidity of the crystals, (8) initials of the names of authors (for explanation see the lower part of the Table), (9) chemical formula of the wet crystals, (10) chemical formula of the dry crystals.

Table 2. Equilibrium relative humidity of the saturated solutions of some compounds determined by the isopiestic method at 25° C. (1) No. (2) name of the investigated compound, (3) equilibrium relative humidity in per cent, (4) final concentration of sulphuric acid established over the saturated solutions in per cent (w/w).

Figure 1. Relation between the concentration of saturated sulphuric acid solutions and their equilibrium relative humidity at 25° C on the basis of literary data. Ordinate: equilibrium relative humidity (ERH) in per cent. Abscissa: concentration of sulphuric acid in per cent (w/w).

Figure 2. Changes in the concentration of sulphuric acid solutions in a space over saturated tartaric acid at 25° C. Ordinate: concentration of sulphuric acid in per cent (w/w). Abscissa: time in days (number of days from the beginning of the experiment to the time of measurement).

Figure 3. Changes in the concentration of sulphuric acid solutions in a space over saturated CuSO₄ at 25° C. Ordinate: concentration of sulphuric acid in per cent (w/w). Abscissa: time in days (number of days from the beginning of the experiment to the time of measurement).

Figure 4. Changes in the concentration of sulphuric acid solutions in a space over saturated NaCl solution at 25° C. Ordinate: concentration of sulphuric acid in per cent (w/w). Abscissa: time in days (number of days from the beginning of the experiment to the time of measurement).